NursRxiv
DOI：10. 12209/issn2708-3845. 20230310004

老年人跌倒风险评估模型的构建

赵 丹[1]，齐晓玖[1]，陈闪闪[2]，郭 红[2]
（1. 北京医院 国家老年医学中心 中国医学科学院老年医学研究院 风湿免疫科，北京，100730；
2. 北京中医药大学护理学院，北京，100029）

摘要：目的 探讨构建适用于中国老年人跌倒风险综合评估模型。**方法** 利用Meta分析再评价结合结构式专家咨询筛选出跌倒危险因素和OR值纳入模型，建立logistic回归综合评估模型。**结果** 模型最终纳入32个指标：年龄、跌倒史、运动、使用助行器、步态异常、平衡异常、睡眠障碍、认知障碍、衰弱、尿/便失禁、头晕眩晕、视力障碍、听力障碍、下肢关节炎、脑卒中史、糖尿病、体位性低血压、帕金森、痴呆、贫血、心律失常、抑郁、足部问题、抗精神病药、抗抑郁药、催眠镇静类药物、抗癫痫药、阿片类药物、髓袢利尿剂、强心苷类、降糖药、泻药。**结论** 本研究以Meta分析为基础，结合专家意见建立了中国老年人跌倒风险评估模型，有效避免了样本量偏少的问题，模型基于循证医学依据，为跌倒高危人群筛查与干预实施提供了依据和指导。

关键词：跌倒；老年人；风险评估；模型构建

Construction of a risk assessment model for falls in the elderly

ZHAO Dan[1]，QI XiaoJiu[1]，CHEN Shanshan[2]，GUO Hong[2]
（1. *Department of Rheumatology*，*Beijing Hospital*，*National Center of Gerontology*，*Institute of Geriatric Medicine Chinese Academy of Medical Sciences*，*Beijing*，100730；2. *School of Nursing Beijing University of Chinese Medicine*，*Beijing*，100029）

ABSTRACT：Objective To explore the establishment of a comprehensive risk assessment model for falls in the elderly people in China. **Methods** Meta-analysis reappraisal combined with structured expert consultation were used to screen out risk factors for falls and OR values into the model，and established a logistic regression comprehensive evaluation model. **Results** The model finally included 32 indicators：age，history of falls，exercise，use of walking aids，Abnormal gait，abnormal balance，sleep disturbance，cognitive impairment，frailty，urinary/fecal incontinence，dizziness/vertigo，visual impairment，hearing impairment，lower extremity arthritis，History of stroke，diabetes，orthostatic hypotension，Parkinson´s，dementia，anemia，arrhythmia，depression，foot diseases，antipsychotics，antidepressants，hypnotic sedatives，antiepileptics，opioids ，loop diuretics，cardiac glycosides，hypoglycemic agents，laxatives. **Conclusion** Based on meta-analysis and experts´ opinions，this study established a risk assessment model for falls in elderly people in China，which effectively avoided the problem of small sample size. The model was based on evidence-based medicine，and provided a basis and guidance for the screening and intervention of high-risk groups.

KEY WORDS：fall；the elderly；Risk assessment；model construction

老年人跌倒是一个全球公共卫生问题，每年约有1/3的65岁以上的老年人发生跌倒，其中约20%的老人会跌伤[1]。跌倒不仅会影响老年人的身心健康、降低生活质量、减少预期寿命、也会给家庭和社会带来沉重的经济负担[2-3]。中国老年人基数大且老龄化速度加剧[4]，老年人跌倒问题

通信作者：郭红，E-mail：guohong2015@163. com

更加严峻。疾病风险评估模型也称危险预测模型,通过收集个体相关信息,分析建立生理状况、生活环境等危险因素与健康状态之间的量化关系,可以预测个体将来在一定时间内发生某种疾病的可能性[5]。目前该方法已广泛应用于慢性病预防领域。但目前尚无公认较好的跌倒风险评估模型。因此,本研究对国内外Meta分析文献进行循证评价,结合结构式专家意见,基于logistic回归模型建立老年人跌倒风险评估模型,以预测老年人的跌倒风险。

1　资料与方法

1.1　文献检索与纳入标准

计算机检索Cochrane Library、Web of Science、PubMed、Embase、中国知网、万方数据库、维普、中国生物医学文摘数据库,时限为建库至2020年4月,采用主题词和自由词相结合的方法,中文检索词包括:“老年人”、“跌倒”、“摔倒”、“危险因素”、“影响因素”、“相关因素”、“Meta分析”、“系统评价”。英文检索词包括:“the elderly”、“aged”、“old people”、“fall*”、“Meta-analysis”、“systematic review”。纳入中英文60岁以上老年人跌倒危险因素的Meta分析,排除了研究特殊疾病(如帕金森)老年人跌倒危险因素的文章(因本研究视疾病为一项危险因素)。本研究未考虑环境等外在因素带来的跌倒风险。

1.2　数据提取与评价

由2位研究者独立对纳入的文献进行相关资料的提取并交叉核对,提取资料包括第一作者、发表年份、危险因素、纳入研究数量、样本量、效应模型、效应值及95%可信区间、异质性。由2为研究者使用AMASTER 2[6-7],对纳入的文献独立进行方法学质量评价,如有分歧讨论解决或咨询第三者。

1.3　结构式专家咨询

12名具有循证医学基础和临床背景的中国专家组成了本次专家咨询小组。每位专家根据专业结合Meta分析资料及再评价结果对来自于Meta分析的危险因素进行打分,1~3分代表不同意此项为老年人跌倒危险因素,4~6分代表不确定,7~9分代表同意。打分离散度≤1.00为低,1.01~1.09为中,≥2为高[8]。每一轮打分结束后,专家小组解释打分结果及对证据的理解。危险因素得分高(≥7)离散度低(≤1)的指标纳入模型,对有争议(离散度>1)的条目进行下一轮打分直到结果一致(离散度≤1)。由专家小组根据提供的基本资料及再评价结果对纳入的指标选择合适的比值比(OR)或危险比(RR)或风险比(HR)等统计值。

1.4　Logistic回归模型

以logistic回归模型为基础,将专家咨询的危险因素的OR/RR/HR值代入公式,建立中国老年人跌倒风险评估模型:

$$\mathrm{Logit}(P)=\ln\left(\frac{P}{1-P}\right)=\alpha+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\cdots+\beta_mx_m$$

$$\text{即 } P=\frac{e^{\alpha+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\cdots+\beta_mx_m}}{1+e^{\alpha+\beta_1x_1+}\beta_2x_2+\cdots+\beta_mx_m}$$

其中P为个体跌倒概率,x_1、x_2、…、x_m分别为第1、2、…、m个跌倒危险因素,β作为回归系数,可以通过危险因素的合并风险值进行转换,以$\ln OR$来估算。α为常数,根据某地跌倒发生率进行估算,根据logistic回归模型公式,常数项为:

$$\alpha=\ln\left(\frac{P}{1-P}\right)-\beta_1\bar{x}_1+\beta_2\bar{x}_2+\cdots+\beta_m\bar{x}_m$$

其中,P为跌倒发生率,$\bar{x}_1$、$\bar{x}_2$、…$\bar{x}_m$分别为第1、2、…m个跌倒危险在某人群中的平均暴露水平,但在实际情况下很难获得各个危险因素的暴露率,可以忽略模型对α的矫正,得到常数项α如下:

$$\alpha=\ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$$

优化公式后,虽然增加了logistic回归模型的适用性,但当某些危险因素的暴露率特别高的时候,则会导致预测风险值偏高[5]。

2　结果

2.1　老年人跌倒危险因素Meta分析结果

通过全面检索老年人跌倒危险因素的Meta分析,供纳入66篇Meta分析。检索结果见图1。检索归纳的危险因素为:①一般因素:年龄、性别、跌倒史、营养状态。②生活方式因素:独居、运动、使用助行器、饮酒、鞋子不合适、游荡。③心理因素:害怕跌倒、自我感觉健康状态。④身体机能:乏力、衰弱、步态异常、平衡异常、行动不便、自理、头晕眩晕、视力障碍、听力障碍、认知障碍、尿/便失禁、疼痛、睡眠障碍、肌无力、残疾、感觉障碍。⑤疾病因素:肌少症、风湿/关节炎、高血压、脑卒

中、痴呆、糖尿病、体位性低血压、心律失常、帕金森、贫血、抑郁、足部问题、眼部疾病、癌症。⑥药物因素:抗精神病药、抗抑郁药、镇静催眠类药物、抗癫痫药、阿片类药物、髓袢利尿剂、强心苷类、他汀类药物、降糖药、泻药、PPI(质子泵抑制剂)。文献方法学质量评价结果见表1。

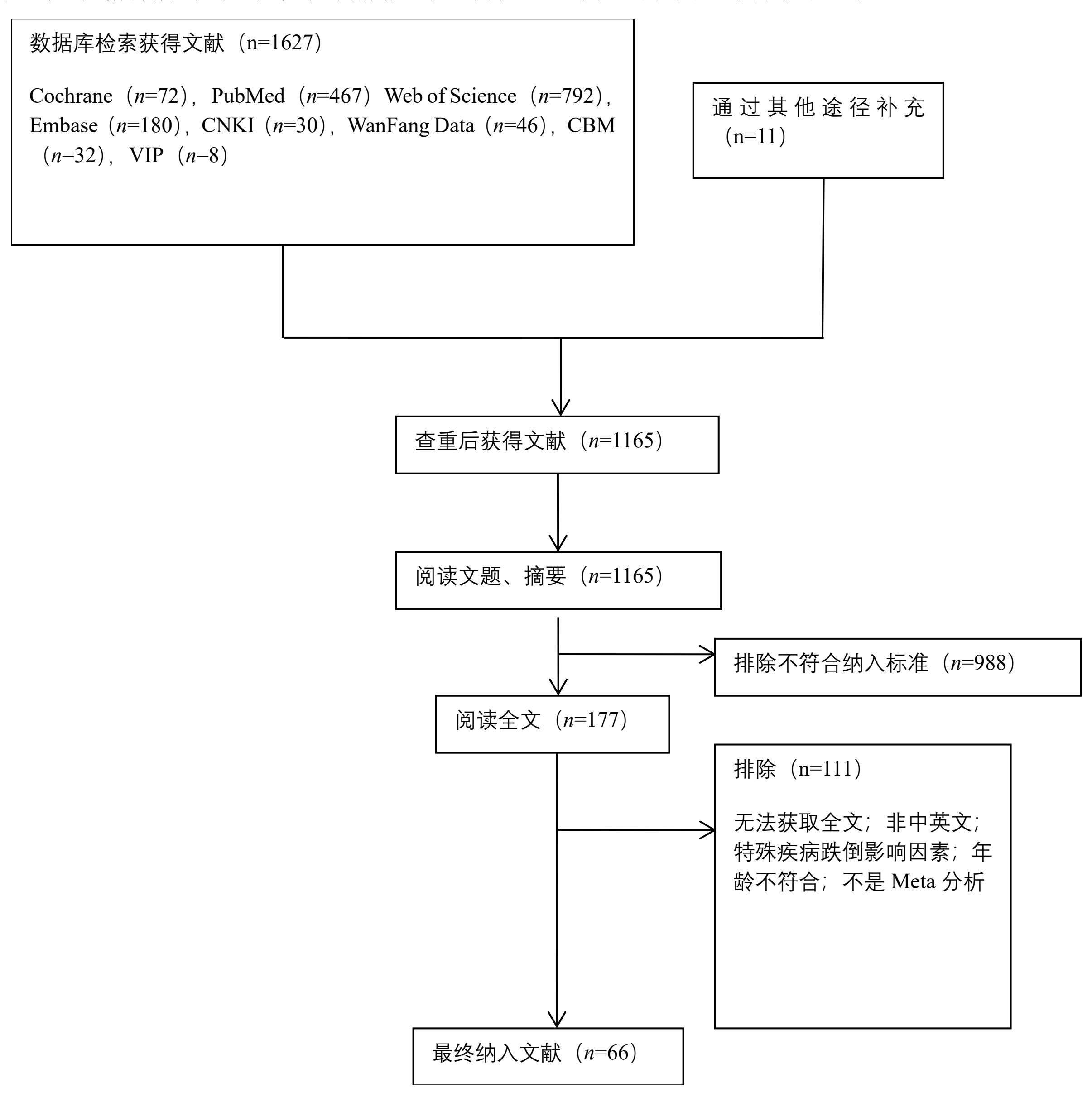


图1　文献检索流程图及结果

表1　老年人跌倒危险因素Meta分析的AMSTAR 2量表方法学质量评价结果

纳入研究　条目	1	2*	3	4*	5	6	7*	8	9*	10	11*	12	13*	14	15*	16
唐松涛等,2013	Y	N	N	PY	N	Y	N	PY	PY	N	Y	Y	Y	Y	Y	N
陈师等,2019	Y	N	N	PY	Y	N	N	PY	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	Y
崔敏等,2018	Y	N	N	PY	N	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	N
卢伟等,2006	Y	N	N	PY	N	Y	N	N	PY	N	Y	N	N	Y	N	N
赵霞等,2017	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	N
李敏等,2017	Y	N	N	PY	Y	Y	N	N	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	N
王筱筱等,2019	Y	N	N	PY	N	Y	N	PY	Y	N	Y	N	N	Y	N	N
石丹等,2017	Y	N	N	PY	N	N	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	N
李幸等,2019	Y	N	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N
郑萍萍等,2013	Y	N	N	PY	Y	N	N	Y	PY	N	Y	Y	Y	Y	N	N
赵媛等,2013	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	N

续表

纳入研究　　条目	1	2*	3	4*	5	6	7*	8	9*	10	11*	12	13*	14	15*	16
廖英等,2019	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N
张迪等,2017	Y	N	N	PY	N	Y	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N	N
邓菲菲等,2011	Y	N	N	PY	N	Y	N	N	PY	N	Y	N	Y	N	N	N
刘艾红,2019	Y	N	N	PY	N	N	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	N
曹文竹等,2018	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	N	N	Y	N
苏丽娜等,2019	Y	N	N	PY	N	N	N	PY	Y	N	Y	N	N	Y	N	N
何月等,2018	Y	N	N	PY	N	Y	N	PY	Y	N	Y	N	N	N	N	Y
房姝余等,2018	Y	N	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	N
Ang 等,2018	Y	N	N	PY	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y
Barreto 等,2018	Y	Y	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Bischoff-ferrari 等,2004	Y	N	N	PY	N	Y	N	Y	PY	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Bischoff-ferrari 等,2009	Y	N	N	PY	N	Y	N	Y	PY	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Bloch 等,2010	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	PY	N	Y	Y	Y	Y	Y	N
Bloch 等,2010(泻药)	Y	N	N	PY	N	N	N	PY	PY	N	Y	Y	Y	N	Y	Y
Bloch 等,2013	Y	N	N	PY	N	N	N	N	PY	N	Y	N	Y	Y	Y	Y
Bolland 等,2014	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	PY	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Cameron 等,2018	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Deandrea 等,2010	Y	N	Y	N	Y	Y	N	PY	N	N	Y	N	Y	Y	N	N
Deandrea 等,2013	Y	N	Y	N	Y	Y	N	PY	N	N	Y	N	Y	Y	N	Y
Fhon 等,2016	Y	PY	N	PY	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N
Finnegan 等,2018	Y	Y	N	PY	N	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	N	Y
Gillespie 等,2012	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
G. R. neri 等,2019	Y	Y	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y	N	Y	Y
Guirguis-Blake 等,2018	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y
Hamed 等,2018	Y	N	N	PY	N	N	N	PY	Y	N	Y	N	Y	N	Y	Y
Hartog 等,2017	N	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	Y
Hu 等,2016	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N
Huang 等,2017	Y	N	N	Y	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Kalyani 等,2010	Y	PY	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Kojima,2015	Y	N	N	PY	N	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Y
Lapumnuaypol 等,2018	Y	N	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Lee 等,2016	Y	N	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N
Letts 等,2010	Y	N	N	PY	N	Y	N	Y	PY	N	Y	Y	Y	N	N	N
Lomas-vega 等,2017	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Menz 等,2018	Y	Y	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y
Michael 等,2010	Y	Y	N	PY	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	Y
Muir 等,2012	Y	PY	N	PY	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	N	N	Y
Murad 等,2011	Y	PY	N	PY	N	Y	N	PY	PY	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Naseri 等,2018	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	Y
Okubo 等,2016	Y	Y	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
de vries 等,2018	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N
Seppala 等,2018(2)	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N
Seppala 等,2018(3)	Y	N	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N
Sherrington 等,2017	Y	PY	N	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Sherrington 等,2019	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Silva 等,2013	Y	PY	N	Y	N	Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	Y
Soares 等,2018	Y	Y	N	PY	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N
Stubbs 等,2014	Y	PY	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y

续表

纳入研究　　条目	1	2*	3	4*	5	6	7*	8	9*	10	11*	12	13*	14	15*	16
Stubbs等,2015	Y	Y	N	PY	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Thomas等,2010	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	N	Y
Trevisan等,2018	Y	PY	N	PY	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Woolcott等,2009	Y	N	N	PY	N	N	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	N	Y
Wu等,2017	Y	PY	N	PY	N	Y	N	PY	N	N	Y	N	N	N	N	Y
Yeung等,2019	Y	Y	N	PY	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Zhang等,2019	Y	Y	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y

注：*：关键条目；Y：是；N：否；PY：部分是；条目1：研究的问题和纳入标准是否包含PICO？条目2：是否有预先发表的方案，并报告不一致情况？条目3：是否解释了纳入的研究设计类型的原因？条目4：是否使用全面的文献检索策略？条目5：是否2人独立完成文献筛选？条目6：是否2人独立完成数据提取？条目7：是否提供排除文献的清单，并说明理由？条目8：是否对纳入研究基本特征进行详细描述？条目9：是否使用合理工具评估每个纳入研究的偏倚风险？条目10：是否报告纳入研究的基金来源？条目11：若进行了Meta分析，是否使用恰当的方法对结果进行统计合并？条目12：若进行了Meta分析，是否考虑纳入研究的偏倚风险和对证据整合的影响？条目13：若进行了Meta分析，是否解释或讨论偏倚风险的影响？条目14：是否对异质性进行合理解释或讨论？条目15：若进行了定量分析，是否对发表偏倚进行充分调查，并讨论其可能的影响？ 条目16：是否报告任何潜在的利益冲突，包括系统评价开展所接受的资助？

2.2 结构式专家咨询纳入模型指标筛选结果及赋值结果

第一轮打分结束经过专家讨论决定，纳入指标衰弱、肌少症专家建议合并为1个，衰弱判定中包括了乏力、肌肉力量的测定，因此将这4个指标合并为衰弱。争议指标残疾，专家认为下肢残疾会对跌倒有影响，而上肢的残疾对跌倒影响不明显，因此指标不够明确。而足部问题应该包含足部的残疾，畸形，感觉异常等，因此建议把足部疾病改为足部问题，删除残疾这一指标。风湿/关节炎改为下肢关节炎。最终经过3轮结构式专家咨询，将平均分≥7，离散度≤1的指标纳入，最终纳入32个指标，详细结果见表2。纳入模型指标的赋值情况见表3。

表2　结构式专家咨询老年人跌倒危险因素评分表

危险因素	第一轮(n=12)		第二轮(n=12)		第三轮(n=12)		纳入模型
	平均分	离散度	平均分	离散度	平均分	离散度	√
女性	5.66	1.92	5.38	0.88			
年龄	8.33	1.07	8.61	0.66			√
跌倒史	8.50	0.90					√
营养状态	8.00	1.53	6.50	0.79			
独居	5.00	2.52	6.38	1.82	5.30	0.65	
运动	7.33	2.34	7.65	0.98			√
使用助行器	7.83	0.83					√
饮酒	7.00	2.00	4.53	0.51			
鞋子不适	7.50	2.35	7.07	1.56	6.38	0.88	
游荡	5.33	0.88					
害怕跌倒	7.41	1.24	6.00	0.85			
自我感觉健康问题题	5.08	1.50	3.07	0.75			
乏力	7.66	2.38					合并
衰弱	8.25	0.96					√
步态异常	8.66	0.65					√
平衡异常	8.50	0.87					√
行动不便	4.83	0.83					
自理	4.08	1.44	2.92	0.95			
头晕眩晕	8.16	1.11	8.00	1.12	8.15	0.71	√
视力障碍	8.41	0.66					√
听力障碍	6.75	1.60	6.76	1.13	7.00	0.85	√

续表

危险因素	第一轮（n=12）		第二轮（n=12）		第三轮（n=12）		纳入模型
	平均分	离散度	平均分	离散度	平均分	离散度	√
认知障碍	8.16	0.83					√
尿/便失禁	7.00	2.13	7.57	1.16	7.73	0.86	√
疼痛	5.54	0.93					
睡眠障碍	7.25	1.48	7.92	0.51			√
肌无力	7.91	2.23					合并
残疾	8.08	1.08					合并
感觉障碍	4.04	0.99					
肌少症	6.25	0.86					合并
骨关节炎	7.83	0.83					√
高血压	6.83	1.80	6.76	1.60	5.92	0.79	
脑卒中史	8.66	0.65					√
痴呆	8.41	0.66					√
糖尿病	7.25	0.96					√
体位性低血压	8.00	1.53	8.15	0.71			√
心律失常	6.61	1.37	7.07	0.99			√
帕金森	8.75	0.45					√
眼部疾病	8.25	0.86					
贫血	6.83	2.28	7.53	0.99			√
抑郁	7.00	1.27	7.30	1.23	7.73	0.86	√
足部疾病	7.75	1.48	8.15	0.93			√
癌症	5.00	0.96					
抗精神病药	7.25	2.26	8.30	0.65			√
抗抑郁药	6.58	2.50	8.15	0.71			√
催眠镇静药	6.75	2.86	8.30	0.65			√
抗癫痫药	7.00	1.59	7.76	0.96			√
阿片类药物	7.16	1.02	8.15	0.57			√
髓袢利尿剂	6.50	2.39	7.69	0.98			√
强心苷类	5.41	2.84	7.34	0.88			√
他汀类药物	4.50	2.02	3.46	0.77			
降糖药	8.00	0.83					√
泻药	6.50	1.93	7.97	0.79			√
PPI	5.25	2.30	4.53	0.96			

2.3　老年人跌倒风险评估模型的建立

根据文献及专家筛选结果，最终32个指标纳入，建立模型如下：

$$\text{Logit (P)} = \alpha + 0.36x_1 + 1.35x_2 - 0.16x_3 + 0.87x_4 + 0.61x_5 + 1.08x_6 + 0.82x_7 + 0.31x_8 + 0.29x_9 + 0.40x_{10} + 0.31x_{11} + 0.28x_{12} + 0.55x_{13} + 0.59x_{14} + 0.24x_{15} + 0.39x_{16} + 0.67x_{17} + 0.22x_{18} + 0.35x_{19} + 0.78x_{20} + 0.39x_{21} + 0.49x_{22} + 0.67x_{23} + 0.43x_{24} + 0.45x_{25} + 0.35x_{26} + 0.44x_{27} + 0.47x_{28} + 0.31x_{29} + 0.47x_{30} + 0.42x_{31} + 0.36x_{32}$$

X1、X2······X32分别是年龄、跌倒史、运动锻炼、使用助行器、衰弱、步态异常、平衡异常、头晕眩晕、睡眠障碍、视力障碍、听力障碍、认知障碍、尿/便失禁、下肢关节炎、糖尿病、脑卒中史、痴呆、体位性低血压、心律失常、帕金森、贫血、抑郁、足部问题、抗精神病药、抗抑郁药、催眠镇静类药、抗癫痫药、阿片类镇痛药、髓袢利尿剂、强心苷类、降糖药、泻药。

2.3　老年人跌倒风险评估模型的验证

采用MedCalc软件实现样本量计算，α=0.05，β=0.05，预计AUC最小为0.66，则需要最少样本量共为160人，病例组和对照组各80人。采用便利抽样抽取北京市某三级甲等医院跌倒老人80名，未跌倒老人80名作为验证人群，根据验证数据进行ROC拟合，模型验证结果见图2。老年人跌倒Logistic回归风险模型的AUC为0.958

表3　老年人跌倒风险模型指标赋值

危险因素	OR/RR/HR 值	文献来源
年龄	1.43	曹文竹等[13],2018
跌倒史	3.86	Bloch 等[12],2013
运动	0.85	Sherrington 等[15],2019
使用助行器	2.39	曹文竹等[13],2018
衰弱	1.84	Kojima[35],2015
步态异常	2.94	何月等[36],2018
平衡异常	2.26	Bloch 等[12],2013
头晕眩晕	1.36	Bloch 等[12],2013
视力障碍	1.49	Bloch 等[12],2013
听力障碍	1.37	Bloch 等[12],2013
睡眠障碍	1.33	李幸[17],2017
认知障碍	1.32	Muir[25],2012
尿/便失禁	1.73	Bloch 等[12],2013
下肢关节炎	1.80	曹文竹等[13],2018
糖尿病	1.27	曹文竹等[13],2018
脑卒中史	1.47	曹文竹等[13],2018
痴呆	1.96	Bloch 等[12],2013
体位性低血压	1.25	房姝余等[37],2019
心律失常	1.42	Bloch 等[12],2013
抑郁	1.64	Bloch 等[12],2013
足部问题	1.95	Menz 等[28],2018
帕金森	2.19	Bloch 等[12],2013
贫血	1.47	Bloch 等[12],2013
抗精神病药	1.54	Seppala 等[38],2018
抗抑郁药	1.57	Seppala 等[38],2018
催眠镇静药	1.42	Seppala 等[38],2018
抗癫痫药	1.55	Seppala 等[39],2018
阿片类药物	1.60	Seppala 等[39],2018
髓袢利尿剂	1.36	de Vries 等[40],2018
强心苷类	1.60	Seppala 等[40],2018
降糖药	1.52	曹文竹等[13],2018
泻药	1.43	Bloch 等[34],2010

(95%CI: 0.914～0.983),有统计学意义(P<0.01)。模型的YDI最大为0.838,此时模型的灵敏度为92.50%,特异度为91.25%。

3　讨论

3.1　风险评估模型指标的选择

本研究遵循全面、便捷、关联性强的原则,从众多危险因素中选择合适的危险因素纳入模型指标。跌倒风险的一般因素中纳入了年龄与跌倒史。老年人由于高龄,身体机能退化以及对环境反应能力下降增加跌倒风险[9]。研究表明有跌倒史的老年人再次跌倒的概率远高于没有跌倒史的老年人[10],可能与跌倒后心理变化或跌倒后创伤、活动能力改变有关[11]。

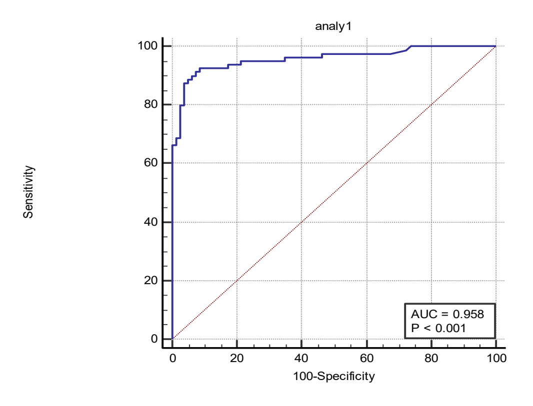


图2　老年人跌倒风险评估模型的ROC曲线

跌倒风险的生活方式因素纳入了运动锻炼和使用助行器。多项研究提示使用助行器的老年人更容易跌倒[12-13],使用助行器的原因可能是平衡受损或下肢无力,这些是跌倒风险增加的真正原因[14]。多项研究表明运动锻炼的老年人比运动相对缺乏的老年人跌倒风险降低[15-16],因此运动锻炼为跌倒风险的保护性因素。

跌倒风险的身体机能因素纳入了衰弱、步态异常、平衡异常、头晕眩晕、视力障碍、听力障碍、认知障碍、睡眠障碍和尿/便失禁,这些因素在多个研究中均表明是跌倒的危险因素。睡眠障碍增加跌倒风险的机制尚不明确[17],可能与睡眠障碍造成老年人骨骼肌减少[18]、认知功能下降[19]有关。睡眠障碍会加速蛋白质水解引起骨骼肌减少,影响神经修复功能[20],降低认知功能,使老年人容易注意力不集中[21]、反应迟钝[22],不能及时对环境变化做出应对引发跌倒。听力受损增加跌倒风险,在最新的Meta分析[23]中,与正常听力相比,听力受损的老年人跌倒风险是正常老年人的1.7倍,但是听力受损是跌倒独立风险因素或受损伴随前庭功能障碍尚不确定。尿/便失禁则不一定是跌倒的直接原因,但由于东方传统文化含蓄特点,往往难以启齿,不能有效干预,频繁如厕或夜尿增多增加跌倒风险[24]。认知障碍和老年人跌倒风险相关,一项前瞻性的Meta分析发现认知障碍的老年人跌倒风险是普通老年人的1.3倍[25]。认知障碍相关的解剖学变化与跌倒风险相关,大脑皮层白质病变的体积与跌倒风险直接相关[26]。

跌倒风险的疾病因素纳入了下肢关节炎、糖尿病、脑卒中史、痴呆、体位性低血压、心律失常、帕金森、足部疾病、贫血、抑郁。慢性疾病会给老年人生理心理产生重要影响,增加跌倒风险。例

如下肢关节炎影响活动能力以及姿势的稳定性,慢性的疼痛还会干扰注意力以及即将跌倒的反应能力增加跌倒风险。帕金森会导致下肢肌肉僵硬、动作缓慢以及病态步态增加跌倒风险[27]。有足部问题的老年人容易出现足部疼痛、感觉异常、拇趾外翻和小趾畸形,会影响站立平衡和重心改变增加跌倒风险[28]。老年抑郁症患者的身体活动水平更低[29],平衡和移动能力下降[30],更容易产生害怕跌倒心理增加跌倒风险[13]。

跌倒风险的药物因素纳入了作用于中枢神经系统药物:抗精神病药、抗抑郁药、催眠镇静类药、抗癫痫药、阿片类药物,作用于心血管系统药物:髓袢利尿剂、强心苷类,其他药物:降糖药、泻药。药物增加跌倒风险与药物的不良反应相关。抗精神病药易发生迟发型运动障碍、体位性低血压、镇静等不良反应增加跌倒风险[31]。抗抑郁药易造成癫痫发作、直立性低血压、镇静、抗胆碱作用增加跌倒风险[32]。镇静催眠类药物易导致嗜睡、眩晕、精神混乱、认知受损、运动失调及延缓反应时间增加跌倒风险。抗癫痫药有思维混乱、视物模糊、步态不稳、眩晕、共济失调等副作用增加跌倒风险。阿片类镇痛药物易造成体位性低血压、肌肉松弛作用增加跌倒风险。地高辛会诱发心律失常、头晕等不良反应增加跌倒风险。利尿剂服用后易出现多尿导致血容量不足、直立性低血压或血压下降,长期服用易低钾,导致疲乏无力。降糖药使用过量或饮食不佳时可导致低血糖增加跌倒风险[33]。泻药能够加快消化系统的速度,帮助患者快速上厕所,加速行走速度超出他们的能力,使得行走变得危险[]。

本研究删除的营养状态、饮酒、鞋子不适、害怕跌倒、自我感觉健康问题、游荡、疼痛因素是由于指标主观性较强不利于评估和应用。其中害怕跌倒多于过去跌倒史、抑郁相关。饮酒与跌倒的关系与剂量相关,与戒酒者相比、轻度饮酒会降低跌倒风险(OR=0.77),但酗酒者会增加跌倒的风险(OR=1.59)。由于存在个体饮酒量的差异,使得酗酒这一指标无法标准化,增加了评估的难度,影响模型的准确性,因此删除该指标。既往有研究[13]认为女性相比男性更容易跌倒,本研究未纳入女性是专家认为女性基数大于男性,女性跌倒基数大不能认为女性更易跌倒,并且在许多医院的医疗跌倒检测系统中男性与女性的跌倒比例并无显著性差异。删掉独居是专家认为独居不是老年人跌倒的诱因,独居的老年人可能更害怕跌倒。删掉行动不便、乏力、肌无力、肌少症、眼部疾病是因为行动不便可与使用助行器合并;衰弱测评中包含了乏力、肌肉力量测试;眼部疾病造成视力受损与视力障碍同一个意思。删掉高血压是最新文献显示老年高血压跌倒发生与无高血压患者跌倒发生无统计学差异[13],可能是高血压患者普遍血压控制较好,因此无差异。删掉他汀类药物是专家认为证据不足,不确定是否对跌倒有保护作用,需要进一步验证。删掉PPI是专家认为此类药物的作业证据强度不够,有待进一步研究,因此本次模型不予纳入。

3.2　风险评估模型对实践的指导意义

根据Meta分析及专家咨询结果,建立了老年人跌倒风险评估模型,通过模型可计算社区居民跌倒的风险。实际操作过程中,需要了解当地跌倒发生率,以及纳入的各个危险因素的暴露率,不能准确得到各个危险因素暴露率时可以混略常数项α的校正,直接计算

$$\alpha = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$$

增加模型的实用性。本研究优化后的 logistic 回归模型的 AUC 为 0.958(95%CI:0.914~0.983),模型灵敏度、特异度均大于90%,说明模型准确性较高,预测效能较好,更适合我国老年人跌倒风险的预测,筛选高危患者具有更高的灵敏度与特异度,可以提高老年人跌倒风险的识别率,从而可以有针对性的开展跌倒干预项目。

3.3　个体跌倒风险预测方法

假设某地区老年人的跌倒率为20%,计算个体老年人跌倒风险的方法如下:75岁,无跌倒史、无使用助行器、无规律运动锻炼,患有听力障碍、膝骨关节炎、糖尿病,服用安眠类药、降糖药,无其他诊断疾病或用药。根据模型,计算常数项

$$\alpha = \ln\left(\frac{0.2}{1-0.2}\right) = -1.39$$

结合危险因素情况,跌倒风险为:

$$\text{Logit}(P) = -1.39 + 0.36\times1 + 0.31\times1 + 0.59\times1 + 0.24\times1 + 0.35\times1 + 0.42\times1 = 0.88$$

则:

$$P = \frac{e^{0.88}}{1+e^{0.88}} = 70.68\%$$

由此推算该老年人跌倒风险是当地普通老年

人患者的3.53倍(70.68%/20%=3.53)。根据评估结果可以针对性的预防该位老年人跌倒。

本研究利用文献研究、结构式专家咨询与数学建模的方法建立了一种可通过个体人口学特征、活动习惯及疾病情况等方面资料信息评估个体跌倒风险的模型。通过模型的预测,能够识别跌倒高风险人群、识别个体跌倒高危因素,从而能够有针对性的进行干预,从一定程度上能够降低老年人跌倒的发生。本研究也存在一定局限性,由于时间的限制未能使用队列研究验证模型的效能;本研究的模型仅考虑了老年人自身因素,未考虑环境等外在因素。因此建议以后的研究可以纳入更新的高质量文章更新老年人跌倒风险评估模型纳入的指标;采用队列研究验证模型的效能;纳入环境等外部因素的考量,建立更适合中国老年人的跌倒风险评估模型。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参考文献

[1] CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Home and Recreational Safety. Important facts about falls[R/OL]. [2017-05-01]. https://www.cdc.gov/ home and recreational safety/ falls/adultfalls.html.

[2] STEL V S, SMIT J H, PLUIJM S M F, et al. Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline[J]. Age Ageing, 2004, 33(1): 58-65.

[3] HARTHOLT K A, VAN BEECK E F, POLINDER S, et al. Societal consequences of falls in the older population: injuries, healthcare costs, and long-term reduced quality of life[J]. J Trauma, 2011, 71(3): 748-753.

[4] 任泽平,熊柴,周哲. 中国人口老龄化的特征与趋势[N]. 中国老年报, 2020-09-02(4).
REN Z P, XIONG C, ZHOU Z. Characteristics and trends of population aging in China[N]. China Senior Citizen News, 2020-09-02(4).

[5] 刘爱萍. 健康风险评估[J]. 中华健康管理学杂志, 2008, 2(3): 176-179.
LIU A P. Health risk assessment[J]. Chin J Health Manag, 2008, 2(3): 176-179. (in Chinese)

[6] SHEA B J, REEVES B C, WELLS G, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both[J]. BMJ, 2017, 358: j4008.

[7] 陶欢,杨乐天,平安,等. 随机或非随机防治性研究系统评价的质量评价工具AMSTAR 2解读[J]. 中国循证医学杂志, 2018, 18(1): 101-108.
TAO H, YANG L T, PING A, et al. Interpretation of AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomized or non-randomized studies of healthcare interventions[J]. Chin J Evid Based Med, 2018, 18(1): 101-108. (in Chinese)

[8] KIM B, PREDMORE Z S, MATTKE S, et al. Breast implant-associated anaplastic large cell lymphoma: updated results from a structured expert consultation process[J]. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2015, 3(1): e296.

[9] 朱秀芬,林华. 中老年人群跌倒风险与年龄的相关性研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2012, 18(8): 734-737.
ZHU X F, LIN H. The relationship between age and the falling risk in the middle-age and elderly population[J]. Chin J Osteoporos, 2012, 18(8): 734-737. (in Chinese)

[10] 李秀川. 住院老年患者跌倒损伤相关因素分析[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(13): 3310-3312.
LI X C. Analysis of related factors of fall injury in hospitalized elderly patients[J]. Chin J Gerontol, 2017, 37(13): 3310-3312. (in Chinese)

[11] 钟杏,魏丽君,黄巧,等. 老年住院患者发生跌倒相关因素的病例对照研究[J]. 护理学报, 2016, 23(19): 59-62.
ZHONG X, WEI L J, HUANG Q, et al. A case-control study on influence factors of falling in elderly inpatient[J]. J Nurs China, 2016, 23(19): 59-62. (in Chinese)

[12] BLOCH F, THIBAUD M, TOURNOUX-FACON C, et al. Estimation of the risk factors for falls in the elderly: can meta-analysis provide a valid answer?[J]. Geriatr Gerontol Int, 2013, 13(2): 250-263.

[13] 曹文竹,黄有义,席淑新. 中国老年人跌倒危险因素的Meta分析[J]. 护理研究, 2018, 32(20): 3222-3228.
CAO W Z, HUANG Y Y, XI S X. Meta-analysis of risk factors for fall in Chinese elderly[J]. Chin Nurs Res, 2018, 32(20): 3222-3228. (in Chinese)

[14] LETTS L, MORELAND J, RICHARDSON J, et al. The physical environment as a fall risk factor in older adults: systematic review and meta-analysis of cross-sectional and cohort studies[J]. Aust Occup

Ther J，2010，57（1）：51-64.
［15］ SHERRINGTON C，FAIRHALL N J，WALLBANK G K，et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community［J］. Cochrane Database Syst Rev，2019，1（1）：CD012424.
［16］ 王筱筱，李呈，方红，等. 平衡训练对老年人跌倒发生及平衡功能影响的Meta分析［J］. 护理研究，2019，33（5）：775-780.
WANG X X，LI C，FANG H，et al. Meta-analysis of effects of balance training on fall occurrence and balance function in the elderly［J］. Chin Nurs Res，2019，33（5）：775-780.（in Chinese）
［17］ 李幸，高静，赵霞，等. 睡眠障碍与老年人跌倒风险的Meta分析［J］. 现代预防医学，2019，46（6）：1040-1044.
LI X，GAO J，ZHAO X，et al. Association between sleep disorders and falls in the elderly：a Meta-analysis［J］. Mod Prev Med，2019，46（6）：1040-1044.（in Chinese）
［18］ PIOVEZAN R D，ABUCHAM J，DOS SANTOS R V T，et al. The impact of sleep on age-related sarcopenia：possible connections and clinical implications［J］. Ageing Res Rev，2015，23：210-220.
［19］ CRICCO M，SIMONSICK E M，FOLEY D J. The impact of insomnia on cognitive functioning in older adults［J］. J Am Geriatr Soc，2001，49（9）：1185-1189.
［20］ ABBOTT S M，VIDENOVIC A. Chronic sleep disturbance and neural injury：links to neurodegenerative disease［J］. Nat Sci Sleep，2016，8：55-61.
［21］ ANCOLI-ISRAEL S，COOKE J R. Prevalence and comorbidity of insomnia and effect on functioning in elderly populations［J］. J Am Geriatr Soc，2005，53（7 Suppl）：S264-S271.
［22］ BOLAND E M，STANGE J P，MOLZ ADAMS A，et al. Associations between sleep disturbance，cognitive functioning and work disability in Bipolar Disorder［J］. Psychiatry Res，2015，230（2）：567-574.
［23］ JIAM N T L，LI C，AGRAWAL Y. Hearing loss and falls：a systematic review and meta-analysis［J］. Laryngoscope，2016，126（11）：2587-2596.
［24］ 周君桂，李亚洁，范建中. 老年患者跌倒史的调查及影响因素分析［J］. 中华现代护理杂志，2010，16（31）：3725-3728.
ZHOU J G，LI Y J，FAN J Z. Investigation on the history of falls in elderly patients and analysis of multiple influential factors［J］. Chin J Mod Nurs，2010，16（31）：3725-3728.（in Chinese）
［25］ MUIR S W，GOPAUL K，MONTERO ODASSO M M. The role of cognitive impairment in fall risk among older adults：a systematic review and meta-analysis［J］. Age Ageing，2012，41（3）：299-308.
［26］ SRIKANTH V，BEARE R，BLIZZARD L，et al. Cerebral white matter lesions，gait，and the risk of incident falls：a prospective population-based study［J］. Stroke，2009，40（1）：175-180.
［27］ WOOD B H，BILCLOUGH J A，BOWRON A，et al. Incidence and prediction of falls in Parkinson's disease：a prospective multidisciplinary study［J］. J Neurol Neurosurg Psychiatry，2002，72（6）：721-725.
［28］ MENZ H B，AUHL M，SPINK M J. Foot problems as a risk factor for falls in community-dwelling older people：a systematic review and meta-analysis［J］. Maturitas，2018，118：7-14.
［29］ EGGERMONT L H P，PENNINX B W J H，JONES R N，et al. Depressive symptoms，chronic pain，and falls in older community-dwelling adults：the MOBILIZE Boston Study［J］. J Am Geriatr Soc，2012，60（2）：230-237.
［30］ LEVEILLE S G，BEAN J，NGO L，et al. The pathway from musculoskeletal pain to mobility difficulty in older disabled women［J］. Pain，2007，128（1/2）：69-77.
［31］ 赵靖平，施慎逊. 中国精神分裂症防治指南［M］. 2版. 北京：中华医学电子音像出版社，2015.
ZHANG J P，SHI S X. Guidelines for the diagnosis and treatment of schizophrenia in China：The second edition［M］. 2nd ed. Beijing：Chinese Medical Multimedia Press，2015.（in Chinese）
［32］ ZIERE G，DIELEMAN J P，VAN DER CAMMEN T J M，et al. Selective serotonin reuptake inhibiting antidepressants are associated with an increased risk of nonvertebral fractures［J］. J Clin Psychopharmacol，2008，28（4）：411-417.
［33］ 广东省药学会. 老年人药物相关性跌倒预防管理专家共识［J］. 今日药学，2019，29（10）：649-658.
GUANGDONG PHARMACEUTICAL ASSOCIATION. Expert consensus on prevention and management of drug-related falls in the elderly［J］. Pharm Today，2019，29（10）：649-658.（in Chinese）
［34］ BLOCH F，THIBAUD M，DUGUÉ B，et al. Laxatives as a risk factor for iatrogenic falls in elderly subjects［J］. Drugs Aging，2010，27（11）：895-901.
［35］ KOJIMA G. Frailty as a predictor of future falls among community-dwelling older people：a system-

atic review and meta-analysis[J]. J Am Med Dir Assoc, 2015, 16(12): 1027-1033.

[36] 何月，崔钰，叶彤，等. 住院老年患者跌倒危险因素的 meta 分析[J]. 职业与健康，2018，34(14)：1973-1978.
HE Y, CUI Y, YE T, et al. Risk factors of falls in hospitalized elderly patients: a meta-analysis [J]. Occup Health, 2018, 34(14): 1973-1978. (in Chinese)

[37] 房姝余，黄厚强，李梦芳，等. 体位性低血压与跌倒发生风险关系前瞻性研究的Meta分析[J]. 中国老年学杂志，2019，39(15)：3710-3713.
FANG S Y, HUANG H Q, LI M F, et al. Meta-analysis of prospective study on the relationship between postural hypotension and risk of falls[J]. Chin J Gerontol, 2019, 39(15): 3710-3713. (in Chinese)

[38] SEPPALA L J, WERMELINK A M A T, DE VRIES M, et al. Fall-risk-increasing drugs: a systematic review and meta-analysis: II. psychotropics [J]. J Am Med Dir Assoc, 2018, 19(4): 371. e11-371. 371. e17.

[39] SEPPALA L J, VAN DE GLIND E M M, DAAMS J G, et al. Fall-risk-increasing drugs: a systematic review and meta-analysis: III. others [J]. J Am Med Dir Assoc, 2018, 19(4): 372. e1-372. e8.

[40] DE VRIES M, SEPPALA L J, DAAMS J G, et al. Fall-risk-increasing drugs: a systematic review and meta-analysis: I. cardiovascular drugs [J]. J Am Med Dir Assoc, 2018,